

コロナと空気感染

～最近の話題～

福岡記念病院

向野賢治

2021年12月19日（日）

トップ | 速報 | 特集 | 連載 | 社会 | 政治 | 経済 | 国際 | スポーツ | 環境・科学 | カルチャー | 暮らし・学び・医療 | 地域 | オピニオン

キーワード

【速報します】浦和レッズvs大分トリニータ 天皇杯決勝

2021.10.29

【ライブ配信】高校eスポーツ選手権 フォートナイト決勝

特集 新型コロナウイルス

厚労省「エアロゾル感染」認める 「飛沫と接触」との見解を改め

社会 | 暮らし・学び・医療 | 速報 | 医療・健康

毎日新聞 | 2021/10/29 20:38 (最終更新 10/29 20:39) | 有料記事 716文字



新型コロナウイルスの感染経路について、厚生労働省は29日までにホームページを更新し、新型コロナはウイルスを含んだ空気中に漂う微粒子（エアロゾル）を吸い込むことで感染するとの見解を示した。これまで飛沫（ひまつ）感染と接触感染の二



10,000円



11,000円



講義の内容

1. コロナの空気感染説に入る前の3つの確認事項
2. 変化した空気感染の基礎知識
3. コロナ空気感染を支持する10の科学的理由
4. 空気感染の公式、拡散・換気について
5. まとめ

コロナの空気感染説に入る前の3つの確認事項

1. CDC・WHOと空気感染

2. R_0 (基本再生産数)と伝播経路

3. Fomite(物・環境表面)と伝播経路

Covid-19ウイルスの伝播様式：科学的概要

29 March 2020

- 呼吸器感染症は異なるサイズの飛沫によって伝播される。飛沫粒子が直径 $>5-10\mu\text{m}$ の時、それらは呼吸性飛沫と呼ばれる。 $<5\mu\text{m}$ のとき飛沫核と呼ばれる。
- 現在のエビデンスによると、Covid-19ウイルスは主として呼吸性飛沫と接触経路によって人の間で伝播する。
- 中国における75,465症例の解析から、空気伝播は報告されていない。

Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?

updated on 30 April 2021

- 現在のエビデンスは、ウイルスは主に密な接触があった人（特に1m以内）の間で起こることが示唆されている。ウイルスを含むエアロゾルや飛沫が吸い込まれたり、目、鼻、口に直接入ってきたときに感染は起きる。
- ウイルスはまた、人が長時間過ごす、換気の悪い、混雑した室内環境で伝播する。これはエアロゾルが空中を浮遊し、1m以上移動するからである。

1 March 2021

建物の換気への理解と制御が、われわれが呼吸する
空気の質を改善する。そしてCovid-19ウイルスの室
内伝播リスクへの心配を減らしてくれる。



SARS-CoV-2伝播：科学的概要

Updates as of May 7, 2021

SARS-CoV-2の伝播様式は、

①ウイルスの吸入 ウイルスを含む小飛沫や粒子を排気している感染者の近くで呼吸する

②曝露された粘膜へのウイルスの沈着

ウイルスを含む小飛沫や粒子が、咳やくしゃみによって目、鼻、口に沈着する

③ウイルスに汚染された手による粘膜への接触

ウイルスに汚染された手で目、鼻、口を触る

の3つにカテゴリー化される



SARS-CoV-2は感染性の呼吸性分泌物への曝露によって感染する

人は呼気時(静かな呼吸、会話、歌唱、運動、咳嗽、くしゃみ)に様々なサイズの飛沫を形成して、呼吸性分泌物を放出する。これらの飛沫はウイルスを運び、感染を伝播する。

- 最も大きな飛沫は数秒から数分で、急速に落下する
- 最も小さい微細な飛沫と、これらの微細な飛沫が急速に乾燥して形成されたエアロゾル粒子は非常に小さいので、数分から数時間空中に浮遊し続ける。

Updates as of May 7, 2021



SARS-CoV-2感染のリスクは、人が曝露されるウイルスの量による

- 感染性飛沫や粒子がいったん放出されると、放出源から外に向かって移動する。
- 感染のリスクは放出源から距離が離れるにつれ、そして放出から時間が経つにつれ減少する。
- 2つの主要なプロセスが、ウイルスの曝露量を決定する。
 - ① **空気中ウイルス濃度の減少**
 - 大きく重い呼吸性飛沫は、重力下で地表あるいは他の表面に落下する。
 - 微細な飛沫とエアロゾル粒子は空中で混合され、希釈される
 - ② **ウイルスの活性と感染性の喪失**
 - 温度、湿度、紫外線などの環境因子によって影響を受ける

Updates as of May 7, 2021



SARS-CoV-2の伝播は、感染源から**2m**以上離れても 空中のウイルスを吸入して起こる

- 感染源からの距離が遠くなるとともに、吸入の役割は増大する。2m以上の距離で吸入による感染は、近距離でよりもずっと少ないけれども、ある環境下では繰り返し発生することが報告されている。
- これらの伝播には、**室内で長時間**(15分～数時間)**排気する感染者**の存在が関係している。それは2m以上離れた人に感染伝播するのに十分な空間のウイルス濃度を引き起こす。時には感染者が離れたすぐ後に空間を通り過ぎた人にも伝播を起こす。
- このような環境で感染リスクを増大する因子は、
 - ① 換気の不適切な閉鎖空間 そこでは微小飛沫、エアロゾル粒子の濃度が増大する
 - ② 排気の増加 運動、大声、歌唱などによる
 - ③ 長時間曝露 15分以上

Updates as of May 7, 2021

基本再生産数 (**R₀**)

Basic Reproduction Number

R naught

1人の感染者が平均して何名の二次感染者を発生させるかを推定した値

R₀ = 伝播性 × 接触率 × 罹病期間

COVID-19は**R₀**が小さいので、空気感染はしない
というのは本当か？

疾患とR₀

国立感染症研のデータ

疾患・ウイルス	感染経路	基本再生産数
麻疹	空気感染	12-16
風疹	飛沫感染	5-7
ムンプス	飛沫感染	4-7
天然痘	飛沫、接触感染	6-7
インフルエンザ	飛沫感染	2-3
ジフテリア	飛沫感染	6-7
百日咳	飛沫感染	12-17
COVID-19		2-3
デルタ株		7-8
結核	空気感染	0.3-4.3
ハンタウイルス	空気感染	0
炭疽菌	空気感染	0

- ・R₀と感染経路は関係しない
- ・空気感染ではR₀は過分散する

Fomiteとは

病原体の伝播を媒介する物・環境の表面



間接接触感染



無生物
(動・植物ではない)



fomiteによるCOVID-19伝播リスクは誇張されている

- 環境表面におけるSARS-CoV-2の最も長い生存期間（6日）は、大量のウイルス粒子(10^7) を使って実施された。
- ヒトコロナウイルスは、アルミニウム、滅菌ラテックス外科手袋、滅菌スポンジなどの様々な表面で乾燥させた後には、生存時間は1時間だった。
- 患者に汚染された環境表面で、実際の状況に似せて行った研究では、環境表面からは生きたSARS-CoV-2は検出されなかった。
- 10^7 、 10^6 のサンプルを使った実験や、環境表面の小さな範囲に 10^4 の感染性ウイルス粒子を置いた実験では、実際よりもウイルス濃度はずっと高く、**実際に環境表面に付着するウイルス量は数乗低い**。したがって、実際の状況はDowellらの研究「fomiteには生きたウイルスはいない」でより明確に表されている。
- 定期的に環境表面を消毒したり、手袋を使用することは理に適っている（特に病院では）が、病院以外の場所で、数時間にわたって感染者が接触していないfomiteに重大な伝播リスクがあるとわたしは思わない。



環境表面から**COVID-19**を獲得することはまれである。

[Nature](#), The international journal of science / 4 February 2021

- 人々や組織は高価な消毒作業に優先順位を与え続けている。
- 昨年の暮れに、交通当局は連邦政府からエアロゾルではなく、fomiteにも資源を集中するように言われ、エアロゾルに取り組むよりも環境表面の消毒に対してより多くの資金をこれまで向けてきた。
- ニューヨーク都市交通当局は単独で「今後2年間のCOVID関連衛生コストは約380ミリオンドル(430億円)になる」と予想している。
- ウイルスが空気を介して伝播することが受け入れられているからには、伝播防止への取り組みは、**換気**を改善することや、厳密に試験された**空気清浄機**の設置に焦点を当てるべきである。



Covid-19伝播の予防

- 感染伝播を引き起こすSARS-CoV-2の量はまだ定まっていない。
- 現在のエビデンスは、**汚染された表面からの伝播は新たな感染症には実質的に寄与していない**ことを強く示唆している。
- しかし、現在実施中の感染対策（ソーシャルディスタンス、良くフィットするマスクの公共的使用、適切な換気、混雑した室内空間を避ける）は有効である。
- 汚染した手や表面からの伝播は手指衛生と環境清掃の実施によって防止できる。

Updates as of May 7, 2021

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html>



新型コロナ対策の屋外消毒は危険、動物の大量死も

中国、重慶では動物135体の死を確認、WHOは人体に有害と勧告

2020.08.21

Nature, The international journal of science / 4 February 2021

環境表面からCOVID-19を獲得することはまれである
コロナウイルスの伝播の仕方に基づいてガイダンスをアップデートせよ



2021年1月、武漢の琴台大劇院を消毒するチーム



稀な接触感染、続く徹底消毒

表面を介した接触感染はCOVID-19の主要な伝播経路ではないことが示されている。ではなぜ、我々はいまだに徹底的な消毒行為を続けているのか。

ZHAI YUJIA/CHINA NEWS SERVICE VIA GETTY



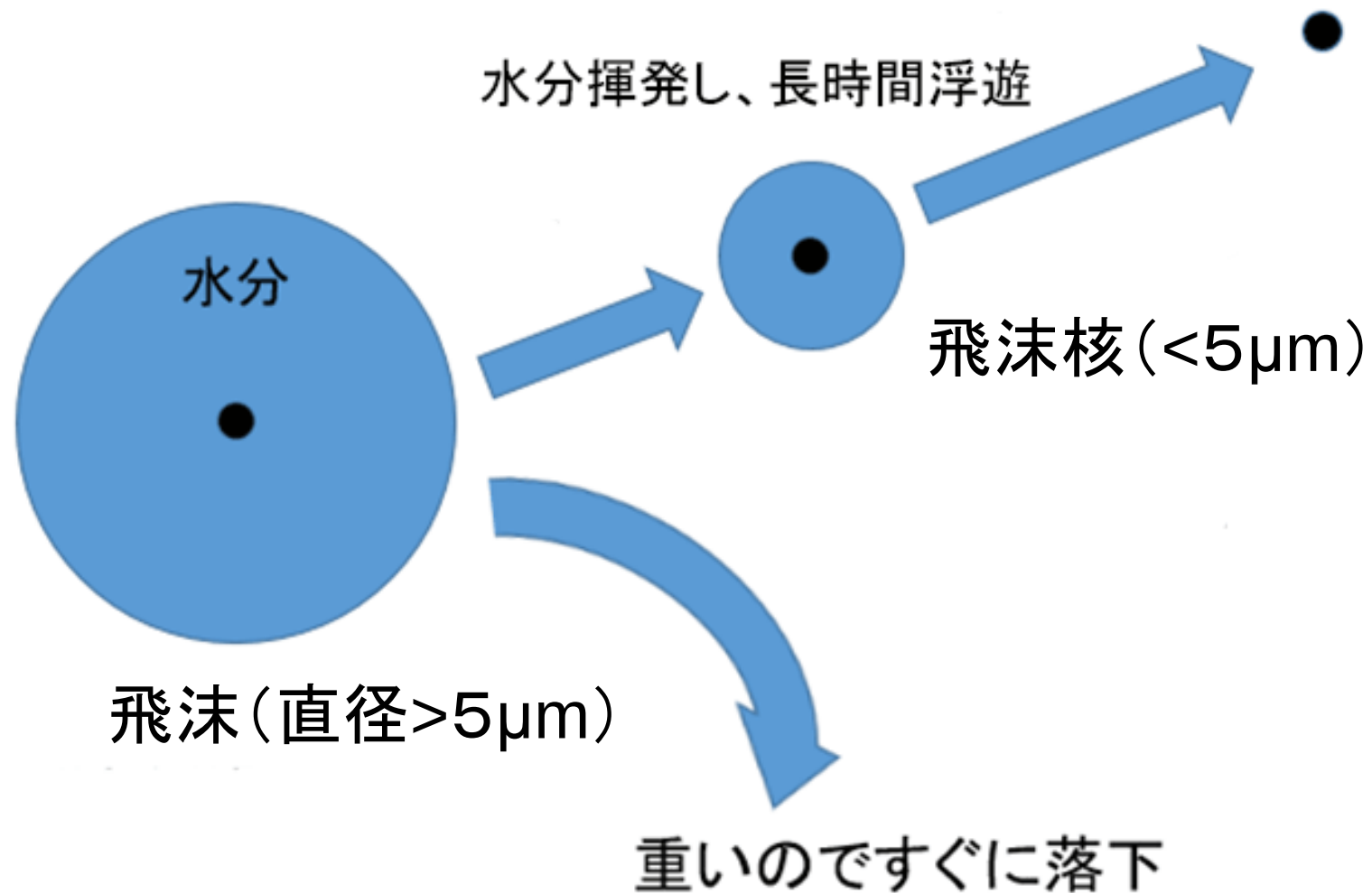
新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐためソウルで防護服を着用して消毒剤を噴霧する韓国軍兵士(2020年3月5日、写真:AP/アフロ)

コロナの空気感染説に入る前の3つの了解事項

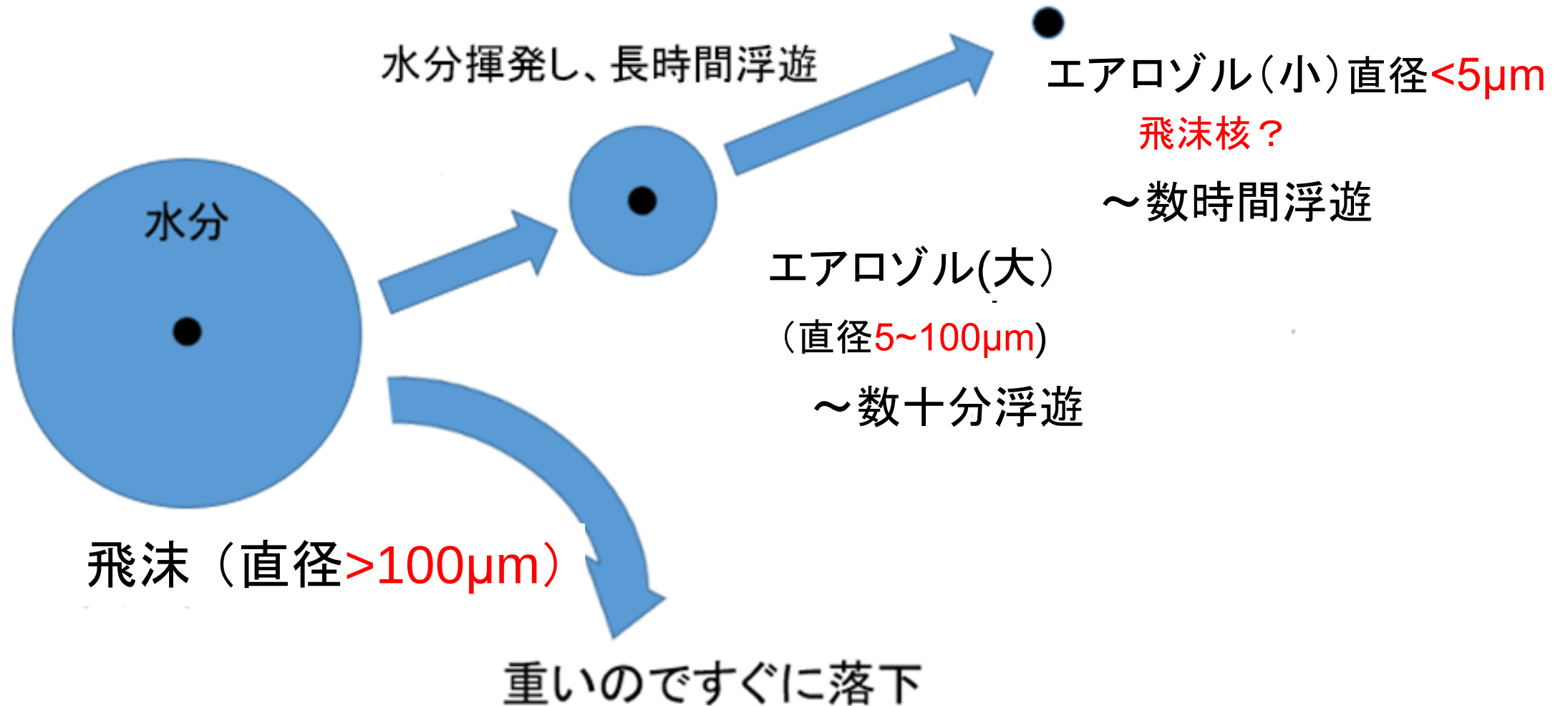
1. CDC・WHOも空気感染を認めている
2. R_0 (基本再生産数)と伝播経路は相関しない
3. Fomite(環境表面)は伝播経路として重要ではない

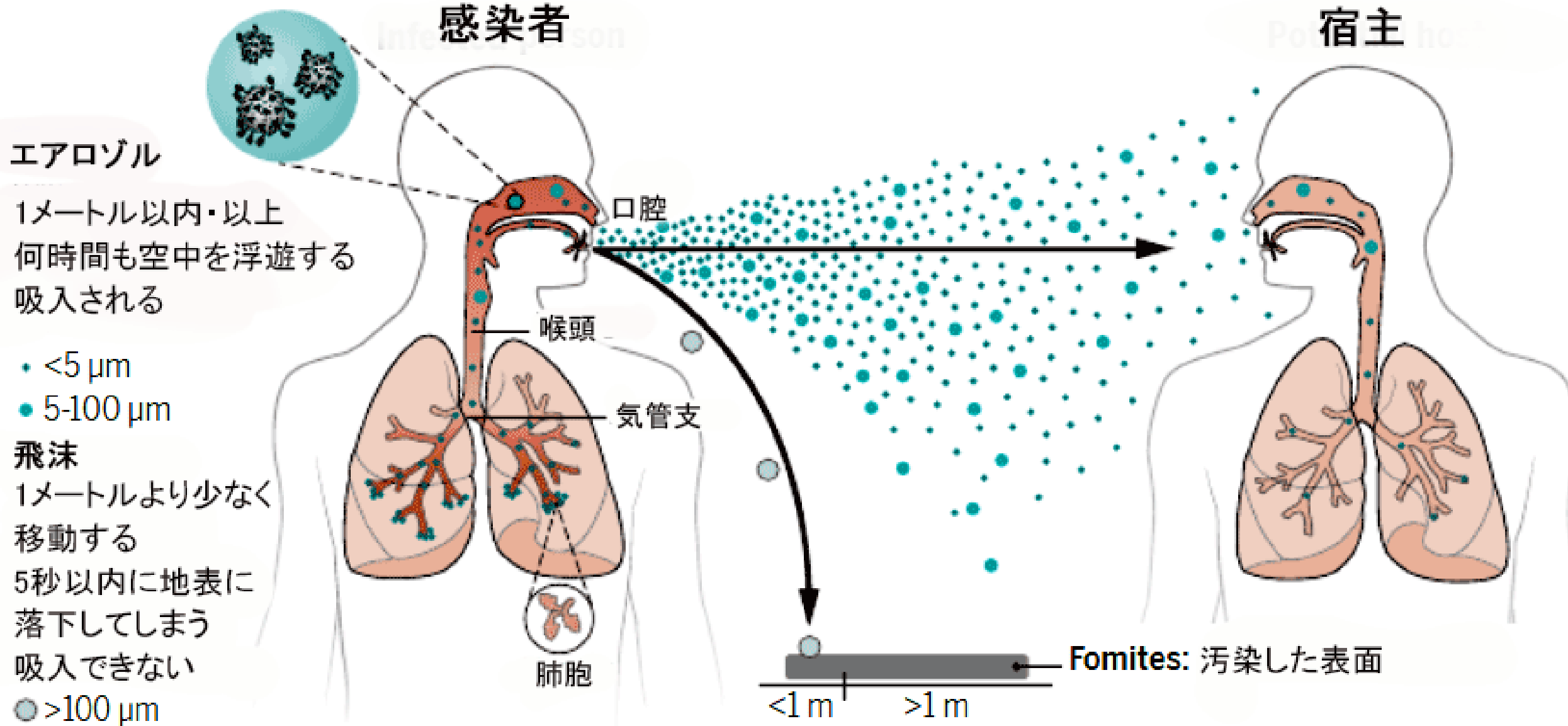


変化した空気感染の基礎知識

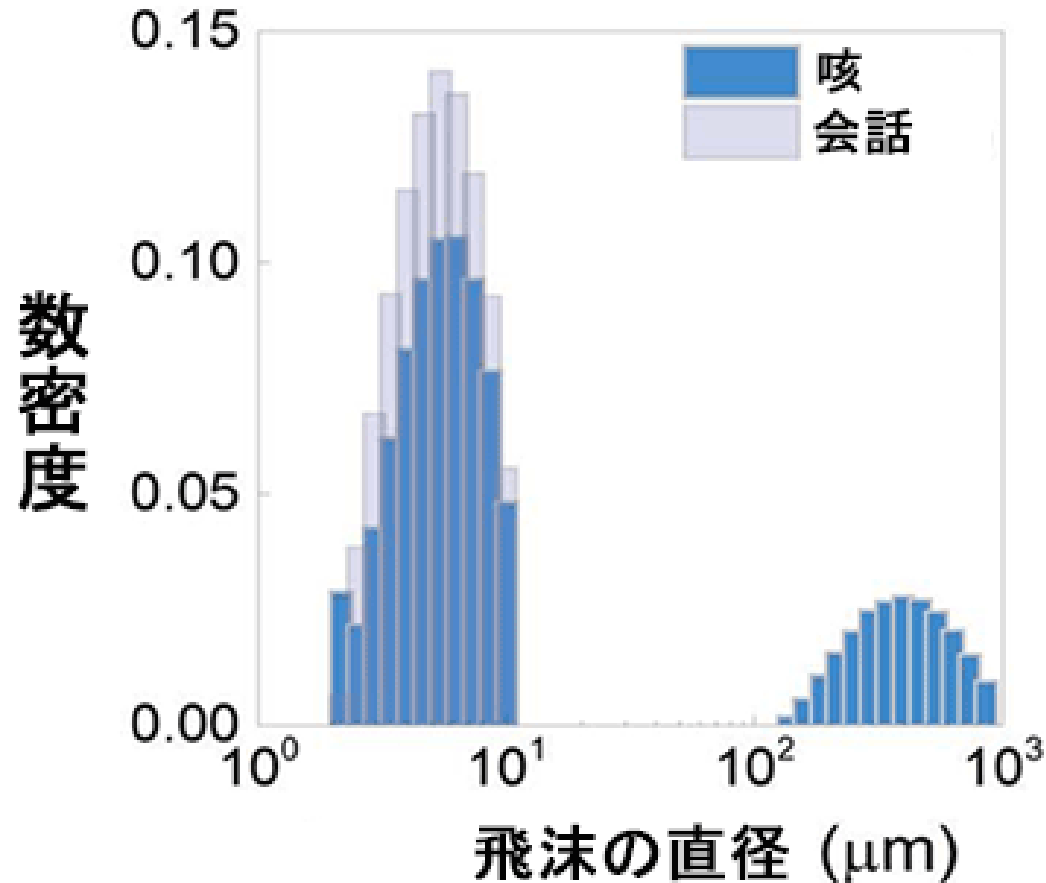


変化した空気感染の基礎知識





咳・会話で放出される飛沫の種類

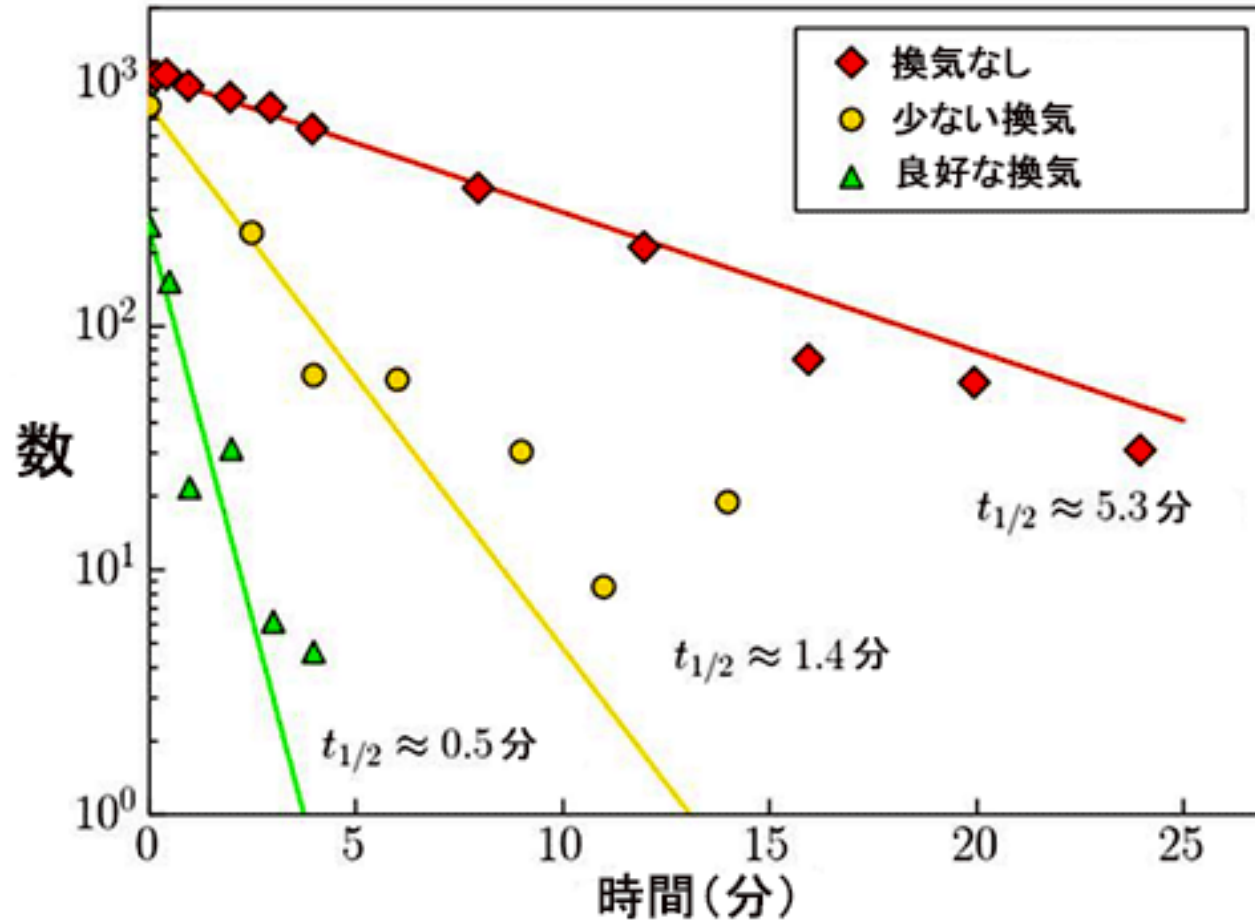


- 健康なボランティアからの1回の咳では、飛沫の二つのタイプ、すなわち大飛沫（直径100-1000μm）と小飛沫（1-10μm）が認められた。
- 小飛沫のほうがはるかに優位であった。会話中は小飛沫だけが見つかった。
- 大飛沫は咳に特異的に関連していた。



オランダ

飛沫に対する換気の効果



- 飛沫は平均直径 $5\mu\text{m}$ 。
- 咳・会話の平均的高さからの $5\mu\text{m}$ の飛沫が地表に落ちるまで9分かかった。
- 良好な換気の部屋では、30秒後に飛沫数は半分になった。
- 換気の少ない部屋では、飛沫数が半分になるのに1.4分かかった。
- 換気がないと半分になるのに約5分かかった。



コロナ空気感染を支持する10の科学的理由

www.thelancet.com Vol 397 May 1, 2021

Trisha Greenhalgh, Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2
<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2821%2900869-2>

①SARS-CoV-2は空中から検出される

生きたSARS-CoV-2が空中で検出されている。

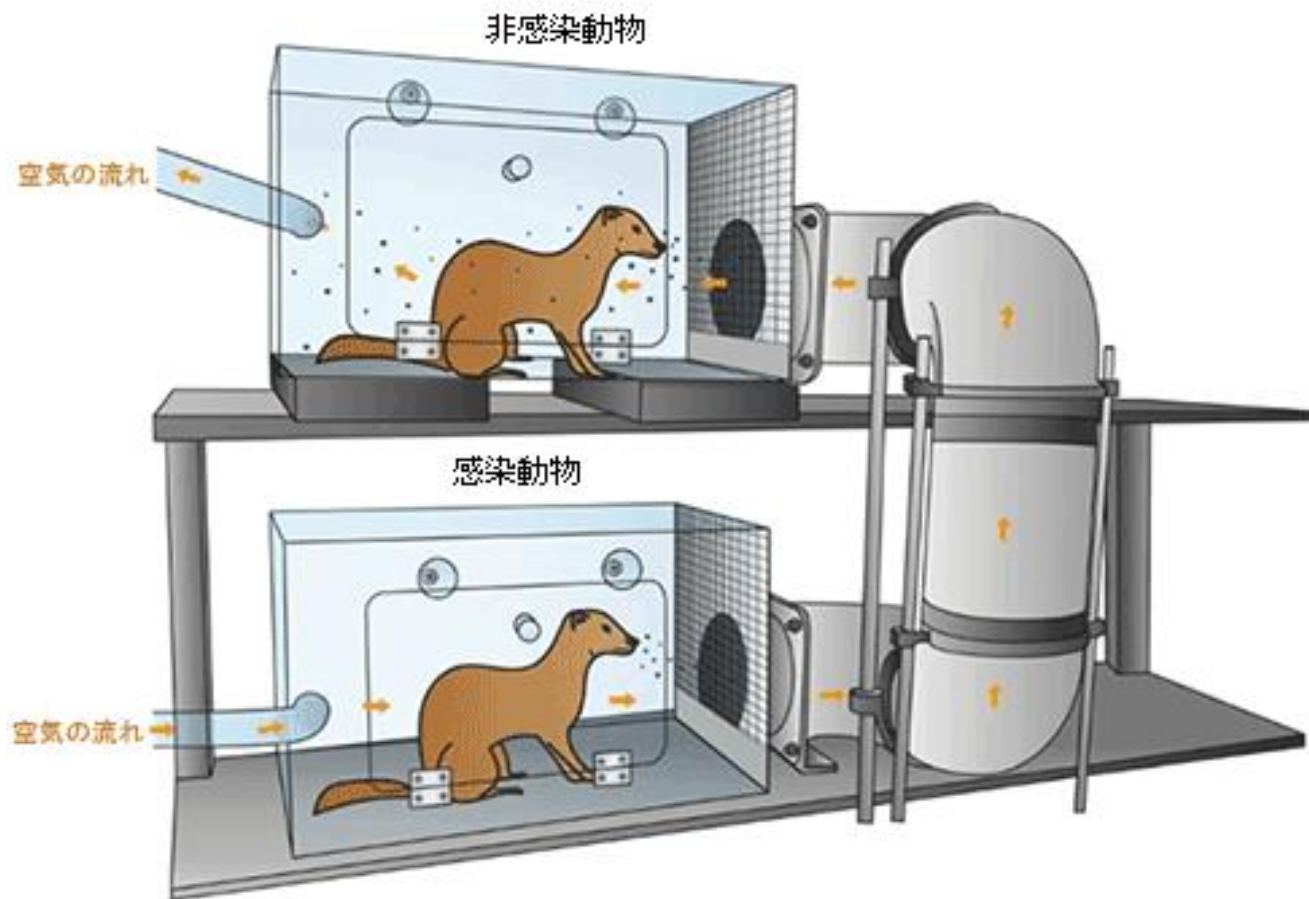
実験では、SARS-CoV-2は空中で**3時間**感染性を維持し、半減期は**1.1時間**である。生きたSARS-CoV-2は、エアロゾル発生手技をしてない病室や感染者の車の空気中からも検出された。

麻疹ウイルスや結核菌はまだ空中から分離培養されたことがない。

②SARS-CoV-2は病院のエアフィルターから検出されている

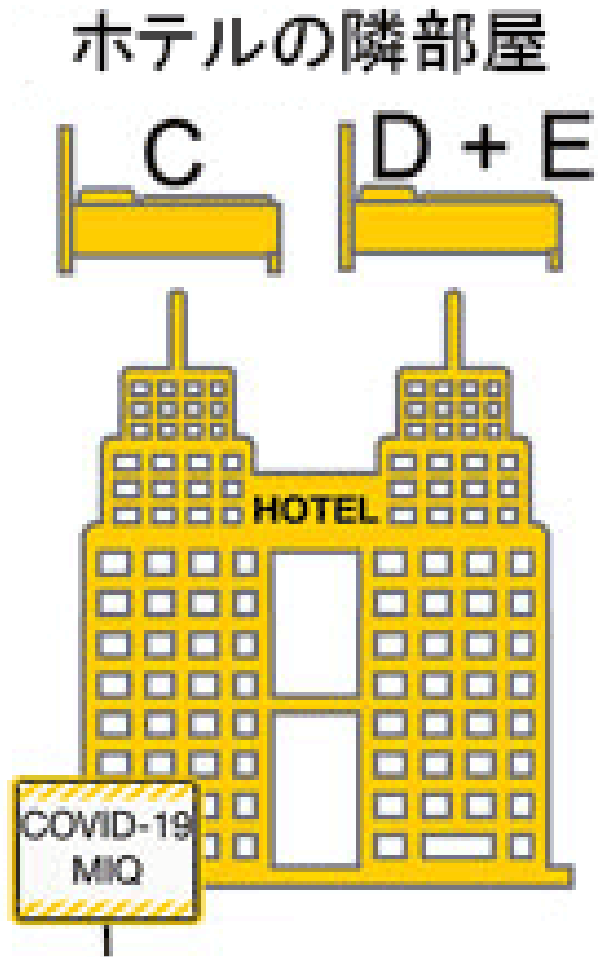
SARS-CoV-2は病院のエアフィルターや建物内のダクト（配管）から検出されている。飛沫はそのような場所には届かない。

③動物実験でも空気感染を証明



ケージ（かご）にSARS-CoV-2を感染させた動物（フェレット）を入れ、別のケージに感染していない動物を入れる。ケージをダクトでつなぎ、感染動物から非感染動物への空気の流れを作ったところ、非感染動物にSARS-CoV-2が感染した。SARS-CoV-2の空気感染が明らかになった。

④ホテルで隣同士の人が出会わないのに感染



検疫のためのホテルの隣同士の部屋に隔離収容された2組の入居者。1人（感染者C）に部屋のドア口でPCR検査が実施され、ドアは閉められたが、そのすぐ後に隣の親子（非感染者D,E）に対し、やはり部屋のドア口でPCR検査が実施された。そのとき換気の悪い廊下に残っていたエアロゾルを吸入して感染したと考えられる。

⑤無症状者による感染が多い

咳やくしゃみのない人からの無症状あるいは発症前感染は、世界的に全感染伝播の少なくとも1/3、おそらく最高59%を占める。これはSARS-CoV-2が世界中に広がった、鍵となる感染経路であり、**主要な**感染経路が空気感染であることを支持している。会話中に数千ものエアロゾル粒子が産生されるが、大飛沫粒子はごくわずかである。このことも空気感染経路を支持している。

⑥インドア（屋内）の感染が多い

SARS-CoV-2の感染はアウトドア（屋外）よりもインドア（屋内）が多い。屋内の換気で感染は大幅に減少する。これらのことは空気感染が主要な感染経路であることを支持する所見である。

⑦院内感染が多いのは空気感染対策がとられてないため

院内感染が医療施設で報告されている。そこでは厳重な接触・飛沫感染対策がとられているが、マスクはエアロゾル用ではなく、飛沫用である。

（私見）病院では通常サージカルマスクで、エアロゾル発生手技（気管吸引や気管内挿管）のときのみ、N95マスクが推奨されている。

⑧大量拡散のイベントがコロナ伝播の主要因 superspreading events

大量拡散のイベント(superspreading events)がコロナ伝播の主要因になっている。このようなイベントがパンデミックの一番の推進力である。**合唱コンサート、クルーズ船、老人ホーム、矯正施設**などについて、人の行動・交流、部屋のサイズ、換気などの因子を詳細に分析した結果、長距離伝播と基本再生産数 (R_0) の過分散 (overdispersion) が明らかになった。これらはSARS-CoV-2の空気感染を意味し、飛沫や接触感染によっては適切に説明することができない。

(私見) わが国でも**ダイヤモンドプリンセス号、屋形船、キャバクラ・ホストクラブ・スナック**など、屋内で、人が多く、換気が悪い場での事例 (クラスター) が多いことから、明らかである。

⑨**空気感染説に反論する強力なエビデンスはない**

感染者と同じ空間にいて感染しなかった人もいるかもしれないが、感染の成立には感染者の吐き出すウイルス量、換気の強さの程度などいろいろな因子の影響を受けるので、一概に否定はできない。

⑩**飛沫・接触感染が主要な感染経路であることを明らかにした論文はない**

接近した距離で感染したことが、空気感染の否定にはならない。エアロゾルは近距離ほど、濃度が高いからである。

もうだまされない

◆専門家のお門違いの感染対策
を一刀両断——コロナと
折り合いをつける科学的方法

新型コロナの 大誤解

飲食店の休業、必要ですか
私たちはいつまで、
自粛を続けるのですか

国立病院機構仙台医療センター
ウイルスセンター長

西村秀一

●PCR検査では、
死んだウイルス
でも陽性になる。
●ウイルスは細菌と違い、
手指から感染しない。

パーティション
は逆効果、
手洗いよりうがい、
換気を徹底する



定価1430円(本体1300円+税10%)

●ウイルスは細菌と違い、
手指から感染しない。

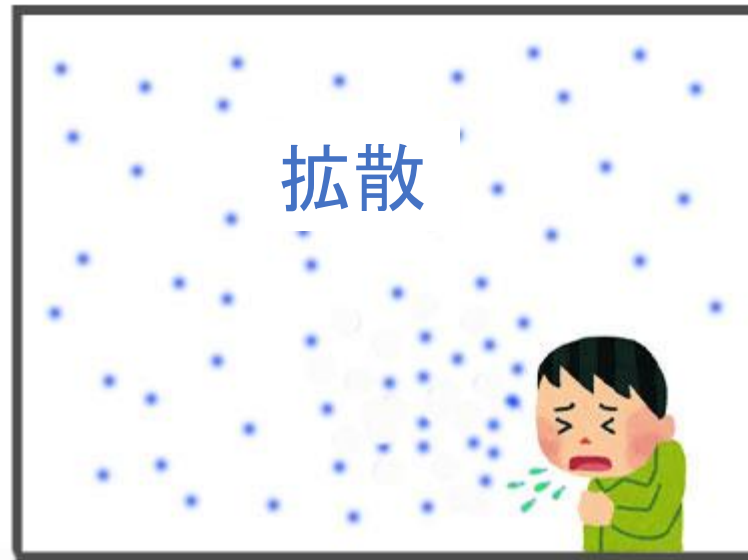
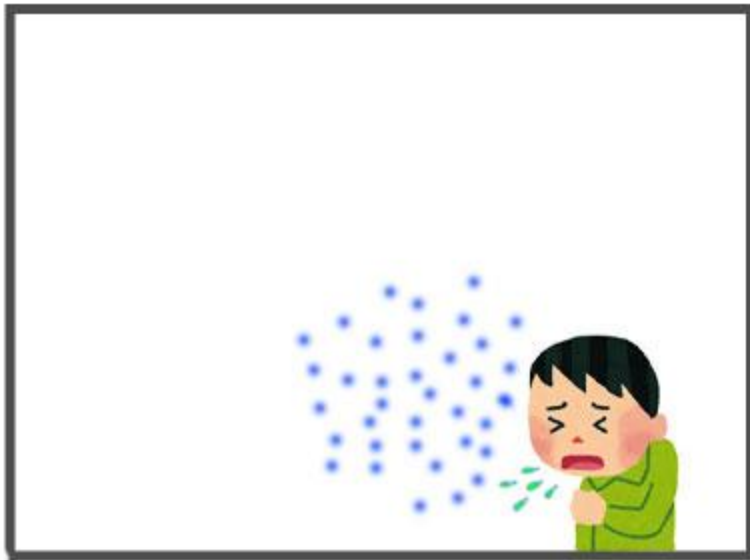
空気感染がコロナの主要な感染経路であると合点していただけたでしょうか？

では拡散・換気と「空気感染の公式」の話をして終わりにしたいと思います。

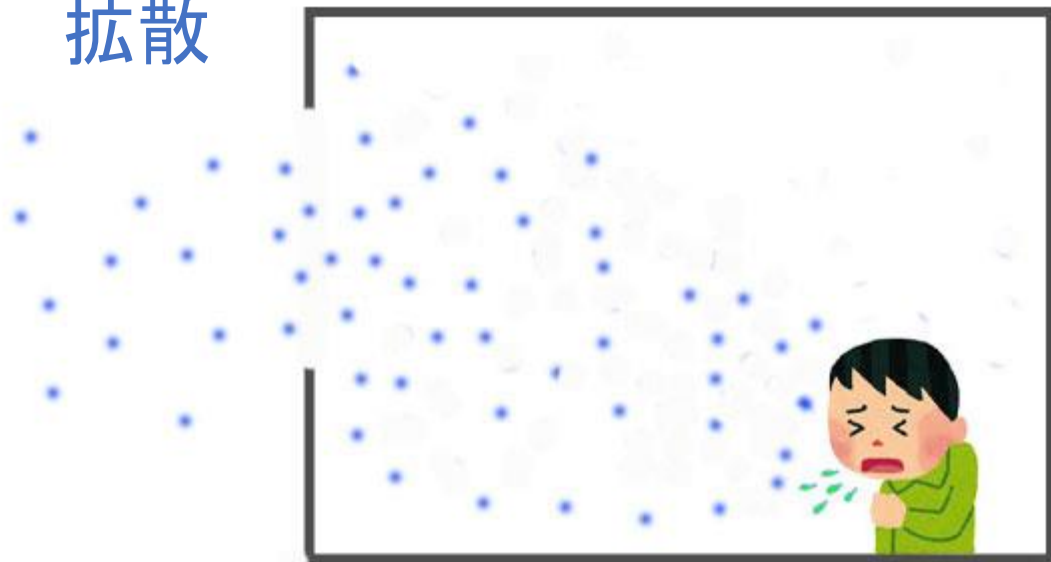


エアロゾルは拡散する

エアロゾルは、濃い方から薄い方へ移動し、均一な濃度になる

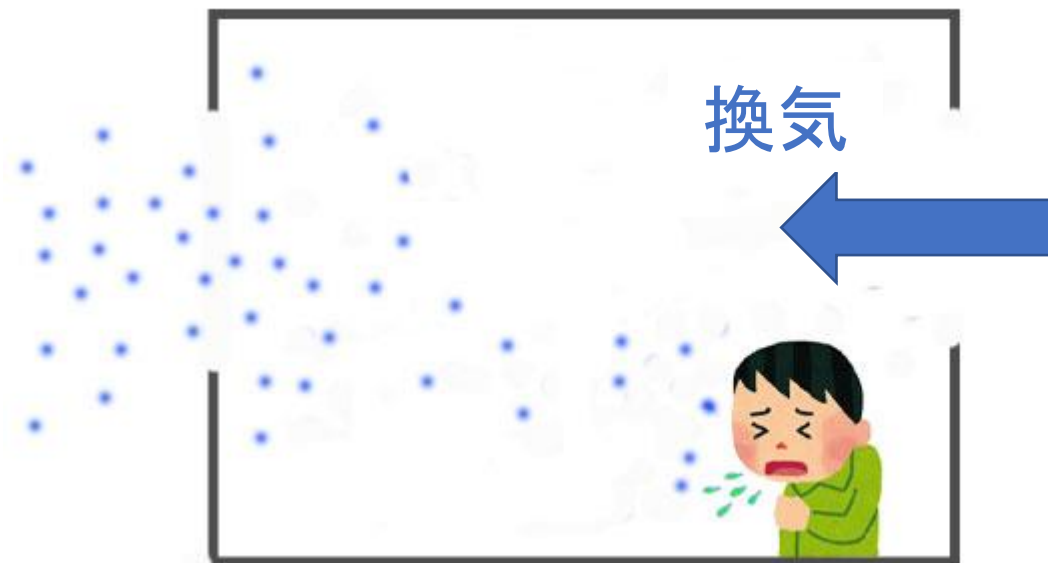


拡散



換気によってウイルス濃度は低下する

換気



屋外ではエアロゾルはすぐに拡散して、
ウイルス濃度は急降下





マスクについて

Updated July 14, 2021

- ワクチンを十分受けていない、2歳以上の人は、公共の室内環境ではマスクを着用すべきである。
- Covid-19症例が多い区域では、混雑した屋外環境で、十分ワクチン接種していない人と密に接近して活動する際はマスクを着用することを考慮すべきである。
- それ以外では、屋外環境でマスクをする必要はない。

How COVID-19 Spreads

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>

空気感染の公式

これを基に**空気感染対策**を考える

開窓、換気扇・空気清浄機の設置

換気してから病室に入る

長く滞在しない

$$\text{空気感染リスク} = \frac{\text{空気中の病原体濃度} \times \text{曝露時間}}{\text{湿度}}$$

湿度 湿度を保つ

乾燥すると飛沫核化する

まとめ

1. COVID-19は主に空気感染によって起こります。
空気感染の公式に基づいて感染対策を考えましょう
2. Fomite(物・環境表面)からの感染はほとんどありません
3. コロナ感染対策を少し見直してみましょう